

## PENGARUH PANJANG PENYALURAN BAJA TULANGAN ULIR (*DEFORMED*) DENGAN BENGKOKAN TERHADAP KUAT LEKAT ANTARA BETON DAN BAJA TULANGAN.

Arif Wahyudin

Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
arifsipil.075534204@gmail.com

### Abstrak

Salah satu persyaratan dalam struktur beton bertulang adalah dengan adanya lekatan antara baja tulangan dan beton. Dalam menjamin tercapainya lekatan yaitu dengan memperhitungkan efek penambatan atau penjangkaran ujung-ujung batang tulangan baja dengan beton. Penambatan atau penjangkaran ujung batang tulangan baja akan berlangsung dengan baik apabila batang tulangan tersebut tertanam kokoh didalam beton pada jarak kedalaman tertentu. Apabila karena suatu hal, pelaksanaan panjang penyaluran yang diperlukan untuk batang tulangan tarik tidak memungkinkan untuk dilaksanakan karena keterbatasan ruang maka sebagai penggantinya perlu diusahakan system penjangkaran mekanis di ujung-ujung batang tulangan yang dapat berupa kait atau bengkokan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh panjang penyaluran baja tulangan ulir (*deformed*) dengan bengkokan terhadap kuat lekat antara beton dan baja tulangan.

Pada penelitian ini digunakan 24 buah benda uji kuat lekat yang berupa beton T. Pada bagian tengah penampang benda uji ditanam baja tulangan ulir berdiameter 9,39 mm dan baja tulangan polos berdiameter 9,67 mm ditanam pada kedalaman sama yaitu 160 mm dengan variasi sudut kait. Variasi sudut kait yang digunakan adalah:  $90^0$ ,  $135^0$ ,  $180^0$ . Jumlah benda uji untuk masing-masing variasi panjang penyaluran sebanyak tiga buah. Pengujian kuat lekat dilakukan dengan cara menempatkan benda uji beton T pada alat UTM (Universal Testing Machine), batang tulangan yang tertanam pada beton ditarik sampai tercabut. Hasil pengujian yang berupa data beban lekat kritis yang terjadi pada sesar beton (0,25 mm atau 0.01 inci).

Dari hasil penelitian ini didapat kuat tekan rata-rata silinder beton sebesar 21,24 MPa. Tegangan luluh rata-rata tulangan ulir D10 sebesar 421,61 MPa, dan tulangan polos Ø 10 mm sebesar 386,25 MPa. kuat lekat tulangan ulir tanpa sudut kait sebesar 3,82 MPa, kait  $90^0$  sebesar 1,70 MPa, kait  $135^0$  sebesar 1,29 MPa dan kait  $180^0$  sebesar 3,98MPa kuat lekat tulangan polos tanpa sudut kait sebesar 2,54 MPa, kait  $90^0$  sebesar 1,42 MPa, kait  $135^0$  sebesar 1,15 MPa dan kait  $180^0$  sebesar 1,01 MPa. Kegagalan pada uji kuat lekat pada penelitian ini adalah baja tulangan terlebih dahulu mengalami luluh sehingga beton tetap utuh. Hal ini berlaku pada semua baja tulangan dengan berbagai variasi sudut kait pada tulangan ulir dan polos.

**Kata kunci :** panjang penyaluran, kuat lekat kait

### Abstract

One of the requirements of the reinforced concrete structure is the juxtaposition between reinforcing steel and concrete. In ensuring the achievement of coherency is to take into account the effect of mooring or anchoring the ends of the steel reinforcement rods in concrete. Mooring or anchoring steel reinforcement rod tip will work well if the reinforcing rods embedded in the concrete solid depth at a certain distance. If for some reason, the implementation of the required length distribution for tensile reinforcement rods is not possible to be implemented due to limited space then a successor mechanical anchoring system needs to be put on the ends of the reinforcing rod which can be either hooks or bend. The purpose of this study was to determine the effect of screw length distribution of reinforcing steel (*deformed*) to bend to the strong adhesion between the concrete and reinforcing steel.

In this research used 24 pieces of strong adhesion test specimens concrete form T. At the center of the cross section of the specimen implanted steel screw diameter 9.39 mm and plain reinforcing steel of 9.67 mm diameter were planted at the same depth is 160 mm with angular variation hooks. Angular variation hooks used are: 900, 1350, 1800. Number of specimens for each variation in the length distribution of three pieces. Strong adhesion testing is done by placing the specimen on a concrete T UTM appliance (Universal Testing Machine), reinforcing rods embedded in the concrete pulled up uprooted. The test results in the form of sticky load data critical fault occurs in concrete (0.25 mm or 0,01 inch).

From the results of this research obtained an average compressive strength of concrete cylinders of 21.24 MPa. Average yield stress of reinforcing threaded D10 at 421.61 MPa, and plain reinforcement Ø 10 mm at 386.25 MPa. Strong adhesion reinforcement screw without hook angle of 3.82 MPa,. Hooks  $90^0$  of 1.70 Mpa , hooks  $135^0$  of 1.29 MPa and 3.98 MPa for  $180^0$  hooks strong adhesion without reinforcement plain hook angle of 2.54 MPa,  $90^0$  hooks of 1.42 MPa,  $135^0$  at 1.15 MPa hooks and latches  $180^0$  at 1,01 MPa. Failure in adhesion strength test in this study is a first reinforcing steel had melted so that the concrete remains intact. This applies to all reinforcing steel with a variety of angles hooks on reinforcing threaded and plain.

**Keywords:** length distribution, strong adhesive hooks

## PENDAHULUAN

Beton merupakan campuran antara semen portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat (SNI 03-2847-2002 pasal 3.12). Ditinjau dari segi kekuatan, beton mempunyai keunggulan-keunggulan antara lain relatif kuat menahan gaya tekan, mudah pengerjaan dan perawatannya, mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan, tahan terhadap perubahan cuaca, lebih tahan terhadap api dan korosi serta memiliki kuat desak yang tinggi. Namun demikian beton juga mempunyai kelemahan secara struktural yaitu kuat tarik yang rendah, sifat yang getas, serta terbatas dalam penggunaannya. Untuk menahan gaya tarik, beton diberi baja tulangan karena kelebihan baja tulangan adalah lebih tahan terhadap gaya tarik.

Persyaratan dalam struktur beton bertulang salah satunya adanya lekatan antara baja tulangan dan beton. Untuk menjamin tercapainya lekatan adalah dengan memperhitungkan efek penambatan atau penjangkaran ujung-ujung batang tulangan baja dengan beton. Penambatan atau penjangkaran akan berlangsung dengan baik apabila batang tulangan tersebut tertanam kokoh didalam beton pada jarak kedalaman tertentu yang disebut sebagai panjang penyaluran batang tulangan baja ( $l_d$ ).

Apabila karena suatu hal, pelaksanaan panjang penyaluran yang diperlukan untuk batang tulangan tarik tidak memungkinkan untuk dilaksanakan karena keterbatasan ruang maka sebagai penggantinya perlu diusahakan sistem penjangkaran mekanis di ujung-ujung batang tulangan yang dapat berupa kait atau bengkokan. Dari uraian tersebut, maka dapat dirumuskan bahwa tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh sudut kait baja tulangan ulir dan polos terhadap kuat lekat pada beton. Tegangan lekat baja tulangan polos dihitung dengan rumus :

$$P = l_d \cdot \pi \cdot d_b \cdot \sigma_{lk} \quad (1)$$

$$\sigma_{lk} = \frac{P}{l_d \cdot \pi \cdot d_b} \quad (2)$$

Keterangan,

$P$  = Beban (N)

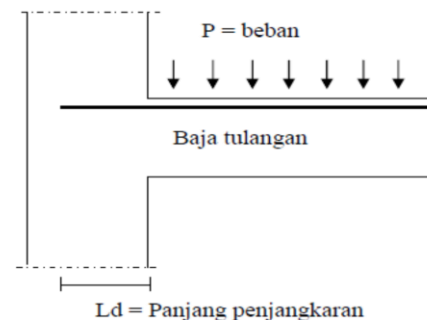
$l_d$  = Panjang penyaluran (mm)

$d_b$  = Diameter nominal (mm)

$\sigma_{lk}$  = Tegangan lekat (Mpa)

Kuat lekat antara beton dan baja tulangan akan berkurang apabila mendapat tegangan yang tinggi karena

pada beton terjadi retak-retak. Hal ini apabila terus berlanjut akan dapat mengakibatkan retakan yang terjadi pada beton menjadi lebih lebar dan biasanya bersamaan dengan itu akan terjadi defleksi pada balok. Dalam hal ini fungsi dari beton bertulang menjadi hilang karena baja tulangan telah terlepas dari beton. Meskipun demikian, penggelinciran yang terjadi antara baja tulangan dan beton disekelilingnya kadang tidak mengakibatkan keruntuhan balok secara menyeluruh karena ujung-ujung baja tulangan masih berjangkar dengan kuat.



Gambar 1. Panjang penjangkaran baja tulangan pada struktur.

SK.SNI-03-2847-2002 menjelaskan tentang spesifikasi kait dari berbagai variasi sudut kait diantaranya sebagai berikut

a. Kait standar

Pembengkokan tulangan harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

- 1.) Bengkokan 180° ditambah perpanjangan  $4d_b$  (diameter batang tulangan, mm), tapi tidak kurang dari 60 mm, pada ujung bebas kait.
- 2.) Bengkokan 90° ditambah perpanjangan  $12 d_b$  pada ujung bebas kait.
- 3.) Untuk sengkang dan kait pengikat:
  - Batang D-16 dan yang lebih kecil, bengkokan 90° ditambah perpanjangan  $6 d_b$  pada ujung bebas kait
  - Batang D-19, D-22, dan D-25, bengkokan 90° ditambah perpanjangan  $12 d_b$  pada ujung bebas kait, atau Batang
  - D-25 dan yang lebih kecil, bengkokan 135° ditambah perpanjangan  $6 d_b$  pada ujung bebas kait.

Diameter bengkokan minimum disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Diameter bengkokan minimum

Ukuran tulangan	Diameter minimum
D-10 sampai dengan D-25	$6d_b$
D-29, D-32, dan D-36	$8d_b$
D-44 dan D-56	$10d_b$

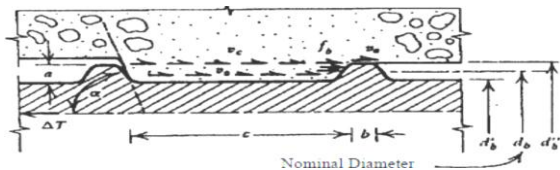
Agar batang tulangan dapat menyalurkan gaya sepenuhnya, baja harus tertanam dalam beton hingga kedalaman tertentu yang disebut sebagai panjang penyaluran.

Menurut Kemp (1986), distribusi tegangan lekat sepanjang tulangan ulir lebih rumit dan kompleks. Tegangan lekat antara sepanjang tulangan dan beton akan terjadi pada dua tonjolan. Baja ulir dapat meningkatkan kapasitas lekatan karena penguncian dua ulir dan beton di sekelilingnya. Gaya tarik yang ditahan oleh tulangan dipindahkan ke beton melalui tonjolan selanjutnya tegangan diteruskan pada bagian tulangan yang berkait sehingga tulangan tersebut menerima beban tekan. Tegangan lekat yang terjadi diantara dua ulir adalah gabungan dari beberapa tegangan di bawah ini :

1. Tegangan lekat dari adhesi di sepanjang permukaan baja tulangan.
2. Tegangan lekat permukaan.
3. Tegangan lekat yang bekerja di permukaan beton silinder yang berbatasan dengan baja tulangan ulir.

Tegangan lekat baja tulangan ulir dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\Delta T = \pi \cdot d'_b (b+c) \cdot v_a + \pi \frac{d''^2_b - d'^2_b}{4} f_b \approx \pi \cdot d''_b \cdot c \cdot v_c \quad (3)$$

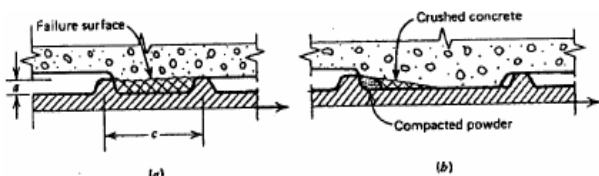


Gambar 2. Tegangan pada baja tulangan ulir

Tegangan lekat yang dihasilkan dari adhesi di sepanjang permukaan baja tulangan sangat kecil dibandingkan dengan tegangan lekat permukaan yang mengelilingi ulir. Oleh karena itu,  $v_a$  dapat diabaikan untuk tujuan praktis. Hubungan antara dua komponen penting tegangan lekat,  $f_b$  dan  $v_c$  dapat disederhanakan sebagai berikut :

1. Karena  $b \approx 0,1 c$
2. Karena  $a \approx 0,05 d'_b$ , luas permukaan dari salah satu ulir adalah :

$$\pi \frac{d''^2_b - d'^2_b}{4} \approx \pi \cdot d_b \cdot a \quad (4)$$



Gambar 3. Mekanisme kerusakan antara baja tulangan ulir dan beton

Keterangan gambar:

1. Untuk gambar 2.2 (a)  $\rightarrow a/c > 0,15$
2. Untuk gambar 2.2 (b)  $\rightarrow a/c < 0,10$

Dari gambar 2.2 didapat rumus:

$$P = \pi \cdot d_b \cdot a \cdot f_b \approx \pi \cdot d_b \cdot c \cdot v_c \quad (5)$$

$$f_b = \frac{P}{\pi \cdot d_b \cdot a} \quad (6)$$

$$v_c = \frac{a}{c} \times f_b \quad (7)$$

Maka :

$$\sigma_{lk BU} = \frac{\left( \frac{P}{(\pi \times d_b \times a)} \times \frac{a}{c} \right)}{\left( \frac{ld}{cp} \right)} \quad (8)$$

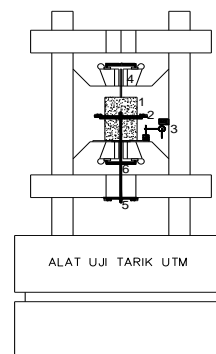
Keterangan :

- $f_b$  : Tegangan lekat pada ulir (MPa)
- $V_a$  : Tegangan lekat permukaan (Mpa)
- $V_c$  : Tegangan lekat baja per ulir (Mpa)
- $\sigma_{lk BU}$  : Tegangan lekat baja ulir (MPa)
- $P$  : Beban (N)
- $d_b$  : Diameter nominal (mm)
- $a$  : Jarak puncak ulir dan tulangan (mm)
- $b$  : Lebar ulir (mm)
- $c$  : Jarak antar ulir (mm)
- $l_d$  : Panjang penyaluran tulangan (mm)
- $c_p$  : Jarak antar puncak ulir (mm)

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang dilakukan dengan cara membandingkan kuat lekat beton dengan baja tulangan ulir dan polos diameter 10 mm yang ditanam pada kedalaman ( $l_d$ ) 160 mm pada berbagai variasi kait/bengkokan  $90^\circ$ ,  $135^\circ$  dan  $180^\circ$ . masing-masing variasi panjang penyaluran disertai kait menggunakan 3 buah benda uji kuat lekat, ditambah 3 buah benda uji silinder beton untuk pengujian kuat tekan.

Pengujian dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari dengan alat *Universal Testing Machine* dengan kapasitas pengujian maksimal sebesar 600 KN, yang ada di laboratorium bahan dan beton Teknik Sipil Unesa.



Gambar 4. Alat uji UTM

1. Benda uji
2. Plat penahan benda uji atas
3. Dial gauge
4. Penjepit baja tulangan
5. Plat penahan benda uji bawah
6. AS penghubung plat penahan

# Pengaruh Panjang Penyaluran Baja Tulangan Ulir dengan Bengkokan Terhadap Kuat Lekat antara Beton dan Baja Tulangan

Metode penelitian merupakan cara yang ditempuh oleh peneliti dalam mengumpulkan, mengolah dan menganalisa data untuk menentukan suatu teori atau mengembangkannya dan menguji kebenaran dari teori tersebut secara ilmiah.

Metode analisis data dalam penelitian ini menggunakan metode deskriptif, yaitu pengukuran hasil uji coba dalam bentuk grafik, tabel, dan gambar meliputi:

1. Kuat tekan silinder beton.
2. Kuat tarik baja tulangan.
3. Kuat lekat baja tulangan dalam beton
4. Beban lekat teoritik dan tegangan lekat rata-rata
5. Beban lekat dan beban kait
6. Perhitungan panjang penyaluran menurut SNI

## HASIL PENELITIAN & PEMBAHASAN

### A. Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan saat beton telah berumur 28 hari dengan menggunakan alat uji tekan beton. Hasil dari pengujian kuat tekan beton dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. Hasil pengujian kuat tekan beton

No.	P maks (kN)	A (mm <sup>2</sup> )	$f'_c = P/A$ (Mpa)	$\sigma$ rata-rata (Mpa)	$f_{ct} \approx 9\% s/d 15\% \times f'_c$ (Mpa)
1	373,94	17662,5	21,17	21,24	1,91 - 3,19
2	369,42	17662,5	20,92		
3	382,26	17662,5	21,64		

### B. Pengujian Kuat Tarik Baja Tulangan

Hasil pengujian kuat tarik baja dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3. Kuat Tarik Rata-Rata Baja Tulangan

No	Benda uji Baja	$\phi$ (mm)	A (mm <sup>2</sup> )	Beban Leleh (N)	Beban Maks (N)	Teg Leleh (Mpa)	Teg Maks (Mpa)	E
1	Polos	9.67	73.40	28500	40000	388.26	544.93	27732.83
2	Polos	9.67	73.40	28500	40000	388.26	544.93	35296.33
3	Polos	9.66	73.25	28000	40000	382.24	546.05	34748.93
Rata-Rata				28333	40000	386.25	545.30	32592.70
1	ulir 1	9.38	69.15	29000	40000	419.40	578.48	27959.79
2	ulir 2	9.39	69.24	29500	40000	426.03	577.67	26626.93
3	ulir 3	9.38	69.15	29000	39500	419.40	571.25	26212.30
Rata-Rata				29167	39833	421.61	575.80	26933.01

### C. Pengujian kuat lekat baja tulangan dalam beton

Pengujian kuat lekat baja tulangan ulir D10 mm dan tulangan polos Ø10 mm dengan beton menggunakan benda uji dengan variasi sudut kait. Pengujian dilakukan dengan menggunakan alat UTM (*Universal Testing Machine*) pada saat benda uji telah berumur 28 hari.

### 1. Beban Lekat Teoritik

Hasil perhitungan beban lekat teoritik dapat dilihat pada tabel 4

Tabel 4. Tabel perhitungan beban lekat teoritik tulangan ulir D 10 mm

No	Benda Uji	D (mm)	L tulangan tertanam (mm)	Beban lekat teoritik	
				Ulir	
		Ulir	Ulir	$P_n \text{ min (N)}$	$P_n \text{ maks (N)}$
1	kait 0°	9.39	18000	9018.04	15030.07
2	kait 90°	9.39	6129	16575.68	27626.13
3	kait 135°	9.39	3439	14508.09	24180.15
4	kait 180°	9.39	5642	16930.16	28216.93

Tabel 5 Tabel perhitungan beban lekat teoritik tulangan polos Ø 10 mm

No	Benda Uji	$\phi$ (mm)	L tulangan tertanam (mm)	Beban lekat teoritik	
				Polos	
		Polos	Polos	$P_n \text{ min (N)}$	$P_n \text{ maks (N)}$
1	kait 0°	9.67	160.00	9286.95	15478.25
2	kait 90°	9.67	298.09	17302.03	28836.72
3	kait 135°	9.67	260.31	15109.30	25182.16
4	kait 180°	9.67	302.78	17574.11	29290.19

### 2. Pengujian kuat lekat tulangan

Dari hasil pengujian didapat kurva hubungan antara pembebanan dan sesar beton, Menurut Park dan Pauly (1975), yang disebut dengan tegangan lekat kritis adalah tegangan terkecil yang menyebabkan terjadinya selip pada ujung yang dibebani sebesar 0,25 (0,01 inci). Beban yang menyebabkan sesar beton sebesar 0,25 mm dapat diketahui dengan cara memasukkan nilai  $x = 0,25$  pada persamaan regresi. Hasil dari perhitungan regresi selengkapnya dapat dilihat pada tabel 6. dibawah ini.

Tabel 6. Beban lekat dan kuat lekat rata-rata baja tulangan ulir dan polos

Perlakuan	P Maks (N)		P lekat (N)		$\sigma_{lk}$ (Mpa)	
	Ulir	Polos	Ulir	Polos	Ulir	Polos
Kait 90°	38000	36500	6129	5276	1.70	1.42
Kait 135°	34167	34667	3439	4233	1.29	1.15
Kait 180°	30000	31667	5642	7509	1.05	1.01

Tabel 6 di atas dapat disimpulkan beban lekat yang terjadi pada pengujian kuat lekat tulangan jauh lebih kecil jika dibandingkan dengan beban maksimum yang terjadi pada penelitian. Hal ini disebabkan karena pada penelitian menggunakan benda uji tulangan ulir dan polos dengan variasi

sudut kait sehingga sebagian beban maksimum diteruskan pada bagian tulangan yang berkait berupa beban tekan pada permukaan tulangan kait. Beban kait yang terjadi pada permukaan tulangan kait disajikan pada tabel 7. dibawah ini.

Tabel 7. Beban lekat dan kuat lekat rata-rata baja tulangan ulir dan polos

Perlakuan	P Maks (N)		P <sub>0,25</sub> (N)		P kait (N)	
	Ulir	Polos	Ulir	Polos	Ulir	Polos
	1	2	3	4	5	6
Kait 90	38000	36500	6129	5276	31871	31224
Kait 135	34167	34667	3439	4233	30728	30434
Kait 180	30000	31667	5642	7509	24358	24158

Keterangan Tabel :

1. Kondisi tulangan lurus sebelum kait + kait pada tulangan ulir
2. Kondisi tulangan lurus sebelum kait + kait pada tulangan polos
3. Kondisi tulangan lurus sebelum kait pada tulangan ulir
4. Kondisi tulangan lurus sebelum kait pada tulangan polos
5. Kondisi tulangan kait pada tulangan ulir
6. Kondisi tulangan kait pada tulangan polos

Dari tabel 4.7 diatas dijelaskan tentang beban yang terjadi pada kait tulangan yang tertanam dalam beton. Beban kait tulangan ulir terbesar terdapat pada tulangan dengan sudut kait 90<sup>0</sup> sebesar 31871 N, sedangkan beban tekan terendah terdapat pada tulangan dengan sudut kait 180<sup>0</sup> sebesar 24358 N. Begitupun sebaliknya dengan tulangan polos, beban kait terbesar terdapat pada tulangan dengan sudut kait 90<sup>0</sup> sebesar 31224 N, sedangkan beban kait terendah terdapat pada tulangan dengan sudut kait 180<sup>0</sup> sebesar 24158 N. Hal tersebut disebabkan karena tulangan dengan sudut kait 90<sup>0</sup> memiliki luas permukaan tekan lebih besar jika dibandingkan dengan tulangan dengan sudut kait 135<sup>0</sup> dan 180<sup>0</sup>.

### 3. Perhitungan Ldh baja tulangan ulir berdasarkan SKSNI 03-2847-2002 dari data hasil pengujian.

Penelitian ini ditentukan kedalaman penanaman tulangan dalam beton sebesar 160 mm, pada peraturan SKSNI-03-2847-2002,pasal 14.5.2 menyatakan langsung tentang panjang penyaluran  $l_{dh}$  yang diperlukan untuk menyalurkan  $f_y$  dalam batang kait, panjang penyaluran sebagai berikut :

$$l_{dh} = \left( \frac{100d_b}{\sqrt{f'_c}} \right) \times \text{faktor modifikasi} \quad (9)$$

Berdasarkan panjang penyaluran yang disyaratkan dalam SKSNI 03-2847-2002 pasal 14.5.2 yang dihitung dengan data-data hasil pengujian, didapatkan nilai panjang penyaluran sebesar 148,89 mm, nilai panjang penyaluran ini lebih kecil dari pada panjang penyaluran yang digunakan dalam penelitian yaitu sebesar 160 mm. maka dari dalam penelitian ini panjang penyaluran tulangan yang disyaratkan dalam SKSNI 03-2847-2002 dapat terpenuhi.

## PENUTUP

### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa data penelitian pengaruh panjang penyaluran baja tulangan disertai kait pada beton terhadap kuat lekatnya, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil dari pengujian kuat lekat tulangan dengan berbagai variasi sudut kait, memberikan hasil kuat lekat tulangan ulir kait 90<sup>0</sup> sebesar 1,70 MPa, kait 135<sup>0</sup> sebesar 1,29 MPa dan kait 180<sup>0</sup> sebesar 1,05 MPa sedangkan kuat lekat tulangan polos kait 90<sup>0</sup> sebesar 1,42 MPa, kait 135<sup>0</sup> sebesar 1,15 MPa dan kait 180<sup>0</sup> sebesar 1,01 MPa.
2. Kuat lekat tulangan ulir lebih besar dibandingkan dengan tulangan polos, hal ini disebabkan karena tulangan ulir memiliki permukaan yang bersirip sehingga terjadi ikatan yang kuat antara baja tulangan dan beton.
3. Kuat lekat yang terjadi pada tulangan ulir dan polos jauh lebih kecil jika dibandingkan dengan kuat tarik belah beton yaitu sebesar 1,91 - 3,19 MPa, sehingga tidak terjadi pembelahan pada beton saat pengujian *pull out test*.
4. Kuat lekat tulangan ulir maupun polos dalam penelitian ini adalah kuat lekat yang terjadi pada tulangan lurus sebelum kait, sedangkan tulangan kait dan tulangan setelah kait terjadi tegangan tekan di permukaan tulangan.
5. Baban maksimum yang terjadi pada penelitian ini jauh lebih besar dari beban yang terjadi pada pengujian kuat leleh tulangan ulir dan polos, sehingga tulangan ulir maupun polos lebih dahulu mengalami leleh sebelum terjadi kerusakan pada beton.

6. Beban maksimum yang terjadi tidak sepenuhnya ditahan oleh lekatan tulangan dengan beton, melainkan diteruskan pada bagian tulangan yang berkait berupa beban tekan pada permukaan kait.
7. Kedalaman pengangkuran ( $L_{dh}$ ) yang disyaratkan dalam SKSNI-03-2847-2002, pasal 14.5.2 didapatkan nilai panjang penyaluran tulangan ulir sebesar 148,89 mm, kedalaman pengangkuran ini lebih kecil jika dibandingkan dengan kedalaman pengangkuran yang digunakan dalam penelitian yaitu sebesar 160 mm.

## **B. Saran**

Berdasarkan hasil penelitian yang ada maka perlu adanya penelitian lanjutan untuk melengkapi dan mengembangkan tema penelitian ini. Saran-saran yang dapat diberikan untuk penelitian-penelitian selanjutnya adalah :

1. Dari pengalaman pengujian yang dilakukan diketahui selama pengujian tarik baja tulangan dari berbagai sudut kait, baja tulangan lebih dahulu leleh ketika terjadi peningkatan beban tarik, maka dari itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan variasi kedalaman penyaluran baja tulangan disertai kait.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan tentang pengaruh kuat lekat baja tulangan ulir dan polos disertai kait dengan berbagai macam variasi diameter sehingga diperoleh hasil yang lebih valid.
3. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan alat, bahan serta benda uji yang lebih baik, agar mendapatkan hasil yang lebih sempurna.
4. Perlu dilakukan penelitian kuat lekat beton dan baja tulangan ulir dengan beton selain beton normal dan variasi umur pengujian benda uji.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Badan Standarisasi Nasional. (SKSNI) 03-2847-2002 *Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*.
- Badan Standarisasi Nasional. (SKSNI) T-15-2002-03 *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*.
- Dispohusodo, Istimawan. 1999. *Struktur Beton Bertulang*. Jakarta : Gramedia.
- Emiliano, Riki. 2008. "Tinjauan Tegangan Lekat Baja Tulangan Ulir Dengan Berbagai Variasi Diameter dan Panjang Penyaluran Dengan Bahan Perikat Sikadur ® 31 CF Terhadap Beton Normal". Yogyakarta. Universitas Negeri Islam.
- Mandasari, Ratna. 2009. "Pengaruh Bentuk Uliran Baja Tulangan Terhadap Kuat Lekat Antara Beton dan Baja Tulangan". Surabaya : Universitas Negeri Surabaya.
- Mulyono Tri, 2004. *Teknologi Beton*. Yogyakarta : Penerbit Andi.
- Nawy, E.G., 1990, *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*. Bandung : Eresco.
- Park, R. And Paulay, T., 1975, "REINFORCED CONCRETE STRUCTURES", Jhon Wiley and Sons, Inc., New York.
- Sutikno. 2003. *Panduan Praktek Beton*. Universitas Negeri Surabaya.
- Tim Penyusun, 2006. *Pedoman Penulisan dan Ujian Skripsi*. Universitas Negeri Surabaya.
- Vis W.C and Kusuma Gideon, 1990, *Dasar-Dasar Perencanaan Beton Bertulang*. Jakarta : Erlangga.
- Wang, C.K. and Salmon, C.G., (alih bahasa : Binsar Hariandja), 1993, *Desain Beton Bertulang*. Jakarta : Erlangga.